



TITLE:

Significance of the phosphorus-use strategies of trees for the cycling of phosphorus in Bornean tropical rainforest ecosystems(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Tsujii, Yuki

CITATION:

Tsujii, Yuki. Significance of the phosphorus-use strategies of trees for the cycling of phosphorus in Bornean tropical rainforest ecosystems. 京都大学, 2018, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2018-03-26

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21147>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2020-07-02に公開; 許諾条件により要約は2019-03-20に公開

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	辻井悠希
論文題目	Significance of the phosphorus-use strategies of trees for the cycling of phosphorus in Bornean tropical rainforest ecosystems （ボルネオ熱帯降雨林生態系のリン循環における樹木のリン利用戦略の重要性）		
（論文内容の要旨） 風化の進んだ土壌に成立する熱帯降雨林ではリン欠乏が卓越することから、熱帯降雨林樹木はリン利用を効率化する適応的メカニズムを発達させてきたと考えられている。しかし、その実態や生理生態メカニズムは未解明である。そこで、本研究では、リン要求性の高い生産と繁殖のプロセスに着目し、樹木のリン利用効率化の生理生態学的基盤、およびそれらが生態系内のリン循環に与える影響をボルネオ島キナバル山の熱帯降雨林で明らかにした。 第1章では、樹木のリン利用効率に関する既往研究を整理し、低リン環境の熱帯降雨林樹木が高いリン利用効率を持つことを指摘した。リン利用効率の上昇メカニズムに関する知見をまとめ、ボルネオ島の熱帯降雨林樹木について未解決の課題を提示した。さらに、樹体内のリン滞留時間に関する理論および実証研究を整理し、樹木のリン利用戦略が森林生態系内のリン循環に与える影響を指摘した。この可能性を検証するための作業仮説を提案した。 第2章では、葉内組織中のリン分布に着目し、光合成におけるリン利用効率の上昇機構の生理生態メカニズムを解明した。土壌リン可給性の異なる3つの森林から、優占樹種の生葉を採集し、マイクロPIXE法（粒子励起X線放出法）により葉横断切片面上のリン分布を分析した。土壌リン可給性の低い森林ほど、優占樹種の生葉のリン濃度は有意に低下していたが、葉内では光合成組織（柵状組織）へのリンの偏在度が有意に高かった。これにより、低リン環境の樹木では、葉のリン濃度が低下するにもかかわらず、光合成組織へのリン投資が維持されることを示した。光合成組織へのリン投資の維持は、低リン環境での光合成速度維持に貢献することを提示した。 第3章では、第2章に引き続き、生産におけるリン利用効率の上昇機構を検証した。第2章と同じ3つの森林において、優占樹種の生葉と老化葉のリン濃度を測定しリン再吸収効率（転流率）を計算したところ、土壌リン可給性の低い森林の優占樹種では再吸収効率が最大で90%まで高まっていた。さらに、葉内のリン化合物を4つの画分（易溶性・脂質・核酸・残渣）に分画したところ、リン再吸収効率の増加に伴い分解性の低い残渣画分からより多くのリンが再吸収されていた。このことから樹木はリン欠乏度の増大に伴い、分解コストをかけてリン再吸収効率を上昇させ			

ることを示した。

第4章では、繁殖におけるリン利用効率の上昇機構を明らかにした。土壌リン可給性の異なる8つの森林において、優占樹種の花序、種子、果皮を採集し、リン濃度を分析したところ、土壌リン可給性が低い森林ほど花序のリン濃度は有意に低く、一方、種子と果皮のリン濃度は高く維持されていた。このことから、低リン環境の樹木では、花序へのリン投資の減少と引き換えに、種子へのリン投資が維持されることを示した。花序へのリン投資の減少は繁殖コストを削減し、繁殖におけるリン利用効率を上昇させることを提示した。

第5章では、樹木のリン利用戦略特性をモデルに組み込み、生態系内のリン循環への影響を評価した。樹木地上部バイオマス中（葉と幹）のリン現存量とリターを通したリン損失速度から、樹木地上部バイオマス中のリン滞留時間を林分レベルで推定した。さらに、老化葉からリン再吸収が生じることに伴うリン滞留時間増大の効果を、モデル比較により評価した。これらの推定は、土壌リン可給性の異なる8つの森林で行った。推定されたリン滞留時間（約2～10年）は、バイオマスの回転速度（約17～40年）の約5分の1と短く、これには樹木器官間（葉と幹）の資源分配におけるリンとバイオマスの違いが関係していた。すなわち、葉のリン濃度は幹のリン濃度より高いため、葉へのリン分配比（葉バイオマス中のリン現存量/地上部バイオマス中のリン現存量）は葉へのバイオマス分配比（葉バイオマス/地上部バイオマス）より大きかった。葉は回転速度が速いので、葉へのリン分配比の増加は、リン滞留時間を減少させると考えられた。一方、老化葉からのリン再吸収の効果は、リン欠乏度の上昇に伴い増加し、リン滞留時間を最大で2倍増加させていた。これらの結果から、樹木器官間のリン分配と樹木のリン保持戦略の両方が樹体内のリン滞留時間に影響することを示した。

第6章では、以上の結果を総合的に考察し、生産と繁殖におけるリン利用効率の上昇が、低リン土壌上に成立するボルネオ熱帯降雨林の生産性と繁殖の維持に貢献することを指摘した。さらに、こうした樹木のリン利用戦略が樹体内のリン滞留時間に影響する可能性を提示した。これらの結果から、樹木の生産と繁殖におけるリン利用効率化機構がボルネオ熱帯降雨林生態系内のリン循環速度を決める重要な因子であることを示した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

リン欠乏が卓越する熱帯降雨林の樹木は、リン利用を効率化する適応的メカニズムを発達させてきたと考えられていた。しかし、生理生態学的メカニズムの多くが未解明であった。本研究は、リン要求性の高い生産と繁殖のプロセスに着目し、樹木のリン利用効率の生理生態学的基盤とそれらが生態系内のリン循環に及ぼす影響を解明したものである。本研究の評価できる点は、以下の通りである。

1. 熱帯降雨林の生産におけるリン利用効率の上昇には、樹木葉内の全リン濃度の薄まりと光合成組織へのリン偏在化を通した、個葉レベルでの光合成リン利用効率の増大が関わっていることを解剖学のおよび生理生態学的に示した。

2. 葉内のリン化合物を分画し老化葉からのリン再吸収（転流）を調べ、リン欠乏度の高まりに応じて分解性の低いリン画分からより多くのリンが再吸収されていることを解明した。樹木はリン欠乏度に応じて高いコストをかけてリンを再吸収していることを提示した。さらに、個葉レベルのリン再吸収効率と森林レベルでの生産におけるリン利用効率の関係を明らかにした。

3. 熱帯降雨林では不定期にしか生じない繁殖イベントを長期的に観測し、多樹種の繁殖器官を分析した結果、リン欠乏度の高まりに応じて、繁殖器官の生産におけるリン利用効率が増大すること、およびそのメカニズムを初めて明らかにした。

4. 樹木のリン利用特性を組み込んだ生態系内のリン循環モデルを作成し、繁殖と生産における樹木のリン利用戦略が森林生態系レベルでのリン循環速度を支配していることを初めて示した。

以上のように、本論文は、熱帯降雨林樹木のリン利用効率の生理生態学的機構を解明するとともに、樹木戦略が生態系内のリン循環を支配していることを初めて定量的に示したものであり、森林生態学、生態系生態学、熱帯林環境学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成30年2月9日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)